

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 43 12 911 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H01 S 3/101**  
A 61 N 5/06  
B 23 K 26/06  
A 61 B 17/36  
G 02 B 27/14

②1 Aktenzeichen: P 43 12 911.0  
②2 Anmeldetag: 11. 4. 93  
④3 Offenlegungstag: 13. 10. 94

DE 43 12 911 A 1

⑦1 Anmelder:  
Moesta, Kurt Thomas, Dr.med., O-1110 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Vorrichtung zur Aufteilung eines Laserstrahles hoher Leistung in 2 oder 4 Einzelstrahlen

⑤7 Bei der Teilung von Hochleistungslaserstrahlen, insbesondere für medizinische Anwendungen, kommt es auf Verlustarmut, Gleichheit der Teilung und Zuverlässigkeit an. Bei bekannten Strahlteilern werden die optischen Bauteile einzeln gegeneinander justiert, zum Schalten zwischen verschiedenen Teilungsraten werden einzelne Bauteile mechanisch eingeschwenkt. Die Justierungen sind kostenaufwendig, die Zuverlässigkeit ist gering. Die neue Vorrichtung soll ohne Justierungen und ohne bewegte Teile auskommen. Drei handelsübliche Strahlteilungswürfel werden z. B. durch Federdruck aneinander gedrückt. Durch Ausnutzung der extremen Winkelpräzision dieser optischen Bauteile sind somit die Strahlteilungsflächen im Innern der Würfel exakt ausgerichtet. Die orthogonale Orientierung der Strahlteilungsebenen bewirkt einen gleich langen Strahlengang für alle Strahlanteile. Die Umschaltung zwischen Zwei- und Vierfachteilung erfolgt durch Umstecken der Eingangsfasern in einen zweiten Eingangsport, so daß nur ein Würfel im Strahlengang liegt. Die Vorrichtung eignet sich für Laserstrahlteilung insbesondere im medizinischen Bereich.

DE 43 12 911 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 94 408 041/375

4/36

Neue medizinische Techniken, zum Beispiel Photodynamische Therapie, erfordern die Bereitstellung von Laserlicht mit hoher Leistung, typischerweise werden Laser mit einer Ausgangsdauerleistung von 2 bis 6 Watt eingesetzt. Das Laserlicht wird in der Regel über eine Glasfaser vom Laser zum Patienten transportiert. Für bestimmte Indikationen ist es wünschenswert, dieses Laserlicht in mehrere gleiche Anteile zu unterteilen, zum Beispiel um gleichzeitig mehrere Läsionen behandeln zu können, oder um asymmetrische Tumoren durch mehrere Behandlungsfelder optimal abzudecken. Hierfür sind solche Strahlteiler optimal, die am Behandlungsort an die Glasfaser (im Regelfall mit einem SMA-Konnetektor abgeschlossen) angeschlossen werden können und dann mehrere Ausgänge für Behandlungsfasern besitzen (für eine Übersicht über Photodynamische Therapie, ihre Indikationen und Behandlungstechnik siehe Dougherty TJ, Marcus SL. Photodynamic therapy. Eur J Cancer 1992; 28A: 1734—1742).

Das bislang einzige kommerzielle Produkt zu diesem Zweck ist der glasfaseroptische Strahlteiler Modell 1220 der Firma PDT-Systems, Santa Barbara, Kalifornien, USA. Dieses Gerät besitzt eine Fokussier- und Positionier-Einrichtung für die Eingangsfaser, drei gleichartige Vorrichtungen für bis zu drei Ausgangsfasern, sowie zwei unabhängig zu justierende, mechanisch ein- und ausschwenkbare Würfelstrahlteiler. Durch Ein- und Ausschwenken der beiden Würfel sind sowohl ein direkter Durchgang des Laserstrahles, wie auch eine gleiche Aufteilung in zwei oder drei Ausgangsfasern möglich.

Diese Ausführung hat den Nachteil, daß zur Erzielung einer größtmöglichen Transmission die Ein- und Ausgangsfokussierteile sowie beide Strahlteilerwürfel in mehreren Achsen von Hand justiert werden müssen. Weiterhin ist diese Feinjustierung, insbesondere bei häufigem Ein- und Ausschwenken der Würfel nicht stabil, die Transmission und die Gleichheit der Teilung verschlechtert sich mit der Zeit erheblich. Eine Neujustierung ist aufwendig und damit kostenintensiv. Der Innenraum des Strahlteilers kann wegen der durchgehenden mechanischen Achsen nicht versiegelt werden und ist damit nicht gassterilisierbar.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, die erforderlichen Justierungen bei der Herstellung zu minimieren. Damit soll auch die Zuverlässigkeit der Vorrichtung gesteigert werden.

Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Es kommen handelsübliche Würfelstrahlteiler zur Anwendung. Diese Würfel werden in relativ großen Stückzahlen durch die Verbindung von zwei Prismen produziert, dadurch bestehen extrem niedrige Winkeltoleranzen zwischen den Außenflächen der Würfel und den diagonalen Strahlteiler-ebenen im Inneren der Würfel. Nach Patentanspruch 1 werden diese Strahlteiler-ebenen nun durch direkten oder indirekten Kontakt der Würfelaußenflächen gegeneinander ausgerichtet. Dieser Kontakt kann z.B. durch Federdruck oder Verklebung auf einer ebenen Fläche aufrechterhalten werden.

Der erzielte Vorteil besteht darin, daß die kritische Justierung von drei Strahlteiler-ebenen gegeneinander wegfällt. Außerdem läßt sich hierdurch ein extrem kurzer Strahlengang realisieren, der für die Refokussierung des kollimierten Strahles günstig ist.

Der im Patentanspruch 2 wiedergegebenen Erfin-

dung liegt das Problem zugrunde, eine Vierfach-Strahlteilung mit der bestmöglichen Gleichheit der Strahlanteile zu realisieren.

Hierzu trägt das im Patentanspruch 2 angegebene Merkmal gleichlanger Strahlwege von Eingangsfaser zu Ausgangs-Fokussiervorrichtungen bei.

Dies wird durch die Orientierung der Strahlteiler-ebenen ermöglicht. Der eingehende Strahl trifft zunächst auf eine strahlteilende Ebene, die in 45 Grad zur Achse des Strahles angeordnet ist. Hierdurch wird ein Anteil des Strahles (Strahl 2), mit bei adäquater Dicke der strahlteilenden Schicht 50% der Eingangsleistung, um 90 Grad abgelenkt. Der verbleibende Strahlanteil (Strahl 1) behält die Richtung des Eingangsstrahles. Beide Strahlen treffen nun auf die zweite strahlteilende Ebene, die zu der ersten Ebene exakt orthogonal ist und damit sowohl zu Strahl 1 wie zu Strahl 2 wiederum einen Winkel von 45 Grad aufweist. Diese Anordnung der strahlteilenden Ebenen kann, wie in Patentanspruch 1 ausgeführt, durch drei Würfelstrahlteiler realisiert sein. In diesem Fall würden die Strahlen 1 und 2 in verschiedenen Würfeln geteilt. Es ist aber auch möglich, diese Anordnung in anderer Weise zu realisieren. Strahl 1 wird dann in zwei Komponenten geteilt, wovon die eine, Strahl 1a, nicht abgelenkt, die andere, Strahl 1b in die dem Strahl 2 genau entgegengesetzte Richtung abgelenkt wird. Strahl 2 wird in eine nicht abgelenkte Komponente, Strahl 2a und eine um 90 Grad abgelenkte Komponente, Strahl 2b, aufgeteilt. Strahl 2b ist gegenüber dem Eingangsstrahl um 180 Grad abgelenkt.

Diese Anordnung der Strahlteilerflächen ermöglicht die Positionierung aller vier Ausgangs-Fokussiereinrichtungen direkt am Austritt des Strahles aus dem optischen Bauteil. Die Länge der Strahlverläufe und damit das Ausmaß, in dem die Divergenz des Strahles die Refokussierung beeinträchtigt, ist für alle vier Strahlanteile gleich. Dies trägt entscheidend zur leistungsmäßigen Gleichheit aller Strahlanteile bei.

Der im Patentanspruch 3 wiedergegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, daß mit einer Vorrichtung zur Teilung eines glasfaseroptischen Laserstrahles wahlweise eine Teilung in vier oder in zwei gleiche Anteile realisiert werden soll, und zwar ohne bewegliche Teile.

Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch 3 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Durch einen zweiten Strahleingang für die konnektorierte Faser wird der kollimierte Strahl im Innern der Vorrichtung so auf einen der Würfel gerichtet, daß nur eine zweifache Teilung erfolgt. Dabei sind außer dem zweiten Eingangsteil keine weiteren Bauteile erforderlich.

Der Vorteil liegt darin, daß im Innern der Vorrichtung keine bewegten Teile erforderlich sind, die durch Gebrauch verschleifen oder dejustieren könnten. Ein Verschleiß der Eingangsteile ist zwar ebenfalls denkbar, diese Teile können jedoch wesentlich leichter ausgetauscht werden, wonach keine Neujustierung erforderlich wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1: Die Ausführung eines glasfaseroptischen Strahlteilers mit: zwei Eingangs-Kollimiervorrichtungen (A1 und A2), vier Ausgangs-Fokussiervorrichtungen, (B1 bis B4), drei Würfelstrahlteilern (O1 bis O3), einem Distanzstück D, vier Spiralfedern E und dem Ge-

häus block C. Die für die Vierfach-Strahlteilung primäre Strahlteilungsebene ist mit S1, die sekundäre Ebene mit S2 gekennzeichnet. Für die Zweifach-Strahlteilung ist der Anteil von S2 im Würfel O1 die alleinige Strahlteilungsebene.

Fig. 2: zeigt den Strahlengang bei Verwendung der Eingangs-Kollimiervorrichtung A1, es resultiert die Aufteilung des Strahles in vier Anteile.

Fig. 3: zeigt den Strahlengang bei Verwendung der Eingangs-Kollimiervorrichtung A2, es resultiert die Aufteilung des Strahles in zwei Anteile.

Eine weitere Ausführung der in Patentanspruch 2 wiedergegebenen Erfindung wird in Fig. 4 dargestellt. Die beiden Strahlteilungsebenen sind hier durch Aneinanderfügen von einem großen (F) und zwei kleinen Prismen (G, H) realisiert. Die Kathodenlänge der kleinen Prismen entspricht der Hälfte der Länge der Hypothense des großen Prisma. Das große Prisma ist auf der Hypothenusebene mit dem strahlteilenden Medium (S2) beschichtet. Eines der kleinen Prismen ist auf der Kathodenfläche beschichtet (S1).

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufteilung eines Laserstrahles hoher Leistung in 4 Einzelstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß das mehrfach strahlteilende optische Element aus drei handelsüblichen Würfelstrahlteilern zusammengesetzt ist, und zwar derart, daß die gegenseitige Ausrichtung der Strahlteilungsflächen im Innern der Würfel durch den Kontakt der Außenflächen der Würfel untereinander definiert ist.
2. Vorrichtung zur Aufteilung eines Laserstrahles in 4 Einzelstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Strahlteilerflächen derart ist, daß die sekundäre Strahlteilungsebene zu der primären Strahlteilungsebene orthogonal ist, so daß die Länge des Strahlenweges vom Ende der Eingangsfasern zu den vier Ausgangsfasern jeweils identisch ist.
3. Vorrichtung zur Aufteilung eines glasfaseroptisch geführten Laserstrahles in 2 oder 4 Einzelstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung zwischen Vierfach- und Zweifachteilung durch Umstecken der Eingangsglasfaser in einen separaten Eingang erfolgt, von wo aus der kollimierte Strahl nur durch einen der drei vorhandenen Würfel geteilt und so auf nur zwei der vorhandenen vier Ausgänge verteilt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

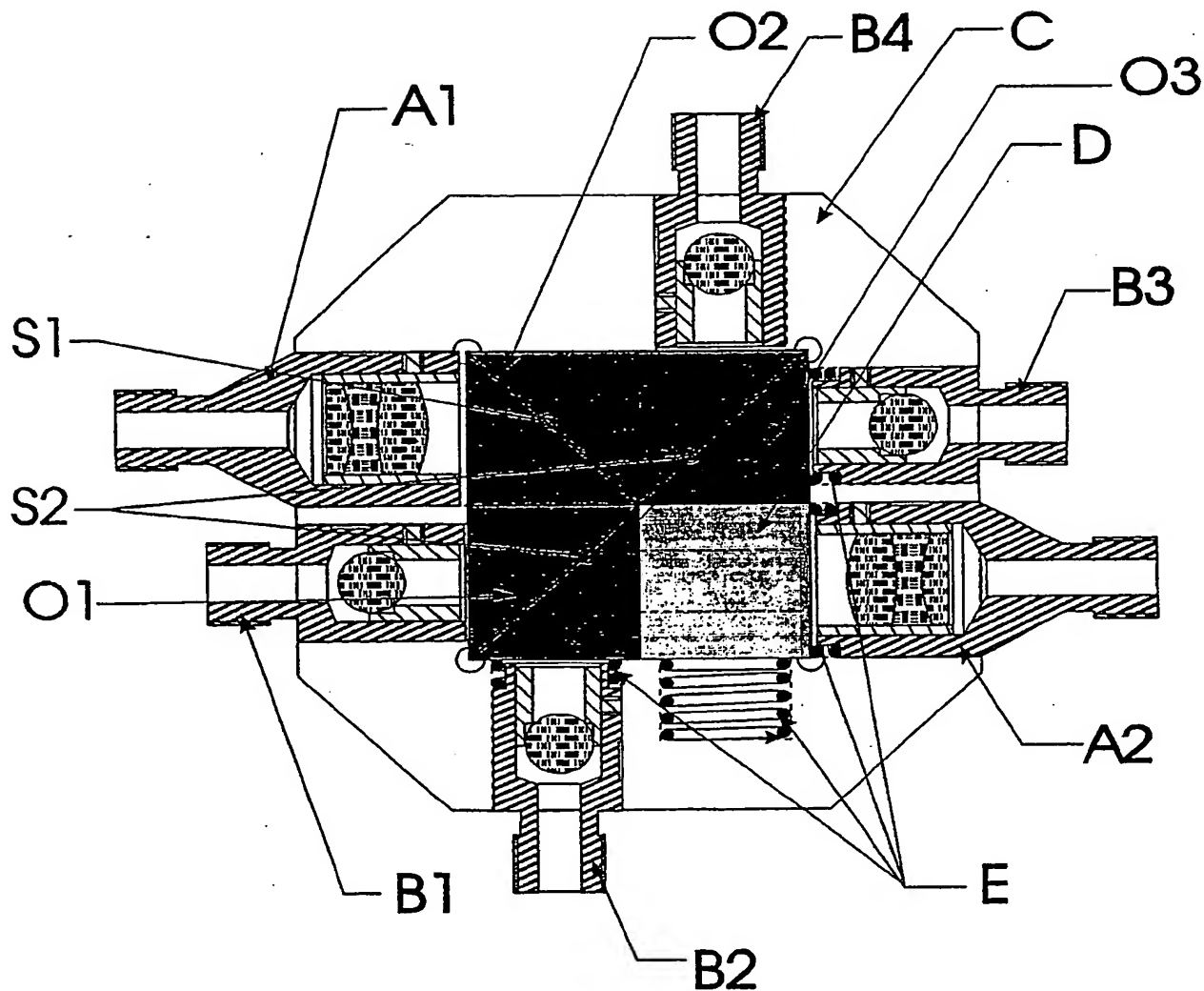


Fig. 1: Vorrichtung zur Aufteilung eines glasfaseroptisch geführten Laserstrahles in vier oder zwei Einzelstrahlen

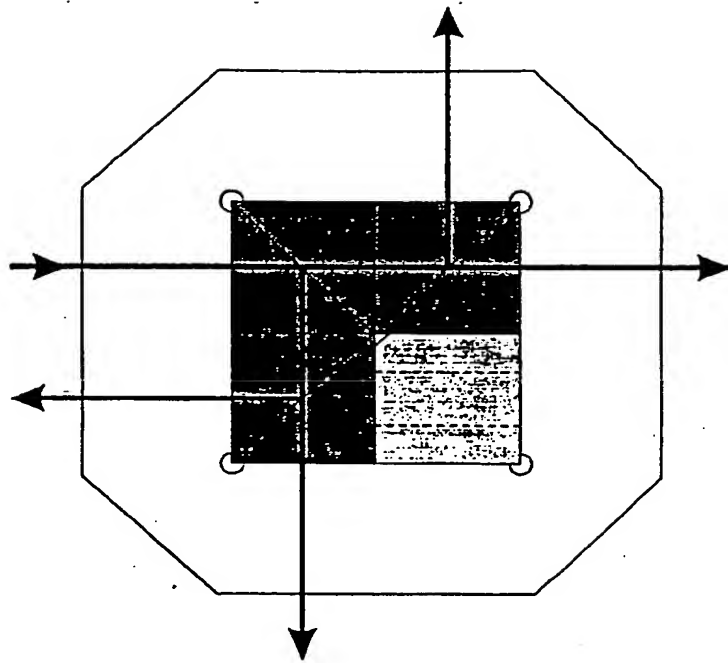


Fig. 2: Strahlengang bei Benutzung des Strahleingangs A1, Aufteilung in vier Strahlanteile

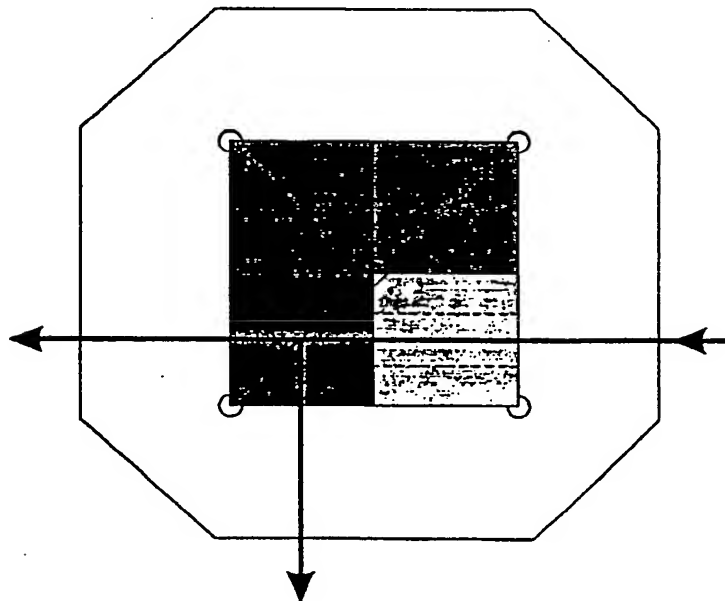


Fig. 3: Strahlengang bei Benutzung des Strahleingangs A2, Aufteilung in zwei Strahlanteile

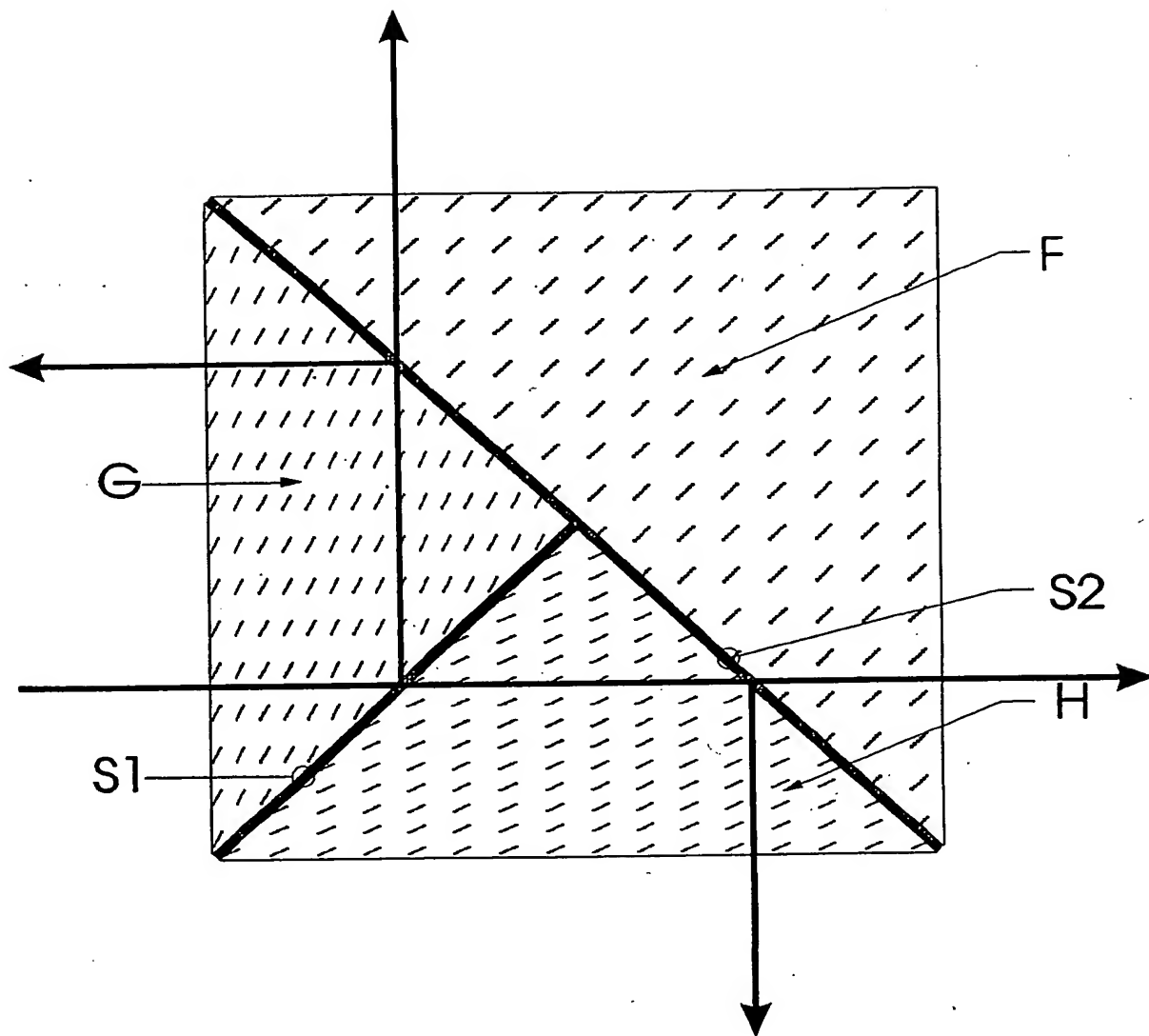


Fig.4: Andere Ausgestaltung des Patentanspruches 2